

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP 2004/008952

18.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 6月18日

出願番号
Application Number: 特願2003-173898
[ST. 10/C]: [JP 2003-173898]

REC'D 06 AUG 2004

WIPO PCT

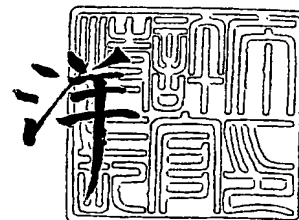
出願人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH155325
【提出日】 平成15年 6月18日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04J 14/02
【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 可児 淳一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 岩月 勝美

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光波長多重アクセスシステムおよび光ネットワークユニット

【特許請求の範囲】

【請求項1】 センタ装置（OLT）と複数 n 個の光ネットワークユニット（ONU）および複数 m 個のONUが波長多重分離装置を介して配置され、OLTと波長多重分離装置の多重区間が多重区間光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各ONUのアクセス区間がそれぞれアクセス区間光ファイバを介して接続され、前記OLTから前記各ONUへの下り光信号および前記各ONUから前記OLTへの上り光信号を、各ONUごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記 n 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_a （波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ ）、前記 n 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_a （波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ ）、前記 m 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_b （波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$ ）、前記 m 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_b （波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$ ）が互いに異なる帯域に設定され、かつ波長帯 U_a と波長帯 U_b が隣接し、波長帯 U_a と波長帯 D_a または波長帯 U_b と波長帯 D_b の少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、

前記各ONUは、前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中で割り当てられた波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中で割り当てられた波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+m}$ の上り光信号または前記波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項2】 請求項1に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、前記下り光信号の波長帯 D_a 、 D_b および前記上り光信号の波長帯 U_a 、 U_b は、波長軸上で、

波長帯 D_a 、波長帯 U_a 、波長帯 U_b 、波長帯 D_b の順、または

波長帯 D_b 、波長帯 U_b 、波長帯 U_a 、波長帯 D_a

の順に設定されたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、
前記下り光信号の波長帯 D_a , D_b および前記上り光信号の波長帯 U_a , U_b
は、波長軸上で、

波長帯 U_a 、波長帯 U_b 、波長帯 D_b 、波長帯 D_a
の順、または

波長帯 D_a 、波長帯 D_b 、波長帯 U_b 、波長帯 U_a
の順に設定されたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、
前記下り光信号の波長帯 D_a , D_b および前記上り光信号の波長帯 U_a , U_b
は、波長軸上で、

波長帯 U_b 、波長帯 U_a 、波長帯 D_a 、波長帯 D_b
の順、または

波長帯 D_b 、波長帯 D_a 、波長帯 U_a 、波長帯 U_b
の順に設定されたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、
前記アクセス区間は、前記各 ONU ごとに 2 本のアクセス区間光ファイバを介
して接続された構成であり、

前記 OLT は、前記波長帯 $U_a \sim U_b$ (波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+m}$) の上り用光キャリ
アおよび前記波長帯 $D_a \sim D_b$ (波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn+m}$) の下り光信号を波長多重し
て前記多重区間光ファイバに送出する構成であり、

前記波長多重分離装置は、前記多重区間光ファイバを介して入力される上り用
光キャリアおよび下り光信号から、各 ONU に対応する波長の上り用光キャリア
および下り光信号を分波して各一方のアクセス区間光ファイバを介して各 ONU
に出力し、各他方のアクセス区間光ファイバから入力する各 ONU に対応する波
長の上り光信号を合波して前記多重区間光ファイバに出力する構成であり、

前記 ONU は、上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波す
る特性を有し、前記一方のアクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU
に対応する波長の上り用光キャリアと下り光信号を分波する波長帯分波器と、前

記上り光信号送信手段として、前記波長帯分波器で分波された各ONUに対応する波長の上り用光キャリアを変調して他方のアクセス区間光ファイバに送出する光変調器を備えた

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項6】 請求項1に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、前記アクセス区間は、前記各ONUごとに1本のアクセス区間光ファイバを介して接続された構成であり、

前記ONUは、上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、前記アクセス区間光ファイバを介して入力される各ONUに対応する波長の下り光信号を前記下り光信号受信手段に出力し、前記上り光信号送信手段から出力される各ONUに対応する波長の上り光信号を前記アクセス区間光ファイバに出力する波長帯分波器を備えた

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項7】 請求項1に記載の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットにおいて、

前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中の各ONUに対応する波長の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、

前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中の各ONUに対応する波長の上り光信号または前記波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする光ネットワークユニット。

【請求項8】 請求項5に記載の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットにおいて、

上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯 $D_a \sim D_b$ で分波する特性を有し、前記一方のアクセス区間光ファイバを介して入力される各ONUに対応する波長の上り用光キャリアと下り光信号を分波する波長帯分波器と、

前記波長帯分波器で分波された前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中の各ONUに対応する波長の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、

前記波長帯分波器で分波された前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中の各ONUに対応する波長の上り用光キャリアを変調して出力する光変調器からなる上り光信号送信

手段と

を備えたことを特徴とする光ネットワークユニット。

【請求項 9】 請求項 6 に記載の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットにおいて、

上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、前記アクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU に対応する波長の下り光信号を前記下り光信号受信手段に出力し、前記上り光信号送信手段から出力される各 ONU に対応する波長の上り光信号を前記アクセス区間光ファイバに出力する波長帯分波器と、

前記波長帯分波器で分波された前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中の各 ONU に対応する波長の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、

前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中の各 ONU に対応する波長の上り光信号または前記波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段と

を備えたことを特徴とする光ネットワークユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、センタ装置 (OLT) と複数の光ネットワークユニット (ONU) との間で光信号を双方向伝送するシステムにおいて、光ネットワークユニットの増設を容易にする光波長多重アクセスシステム、およびそれに対応する光ネットワークユニットに関する。

【0002】

【従来の技術】

図 10 は、従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す (特許文献 1)。図において、センタ装置 (OLT) 50 と波長多重分離装置 60 の多重区間は多重区間光ファイバ 1, 2 を介して接続され、波長多重分離装置 60 と複数の光ネットワークユニット (ONU) 70-1 ~ 70-n のアクセス区間は、それぞれアクセス区間光ファイバ 3, 4 を介して接続される。ここでは、OLT から ONU への下り信号用として 1 つの波長帯 D を割り当て、ONU から OLT への上

り信号用として1つの波長帯U ($\neq D$) を割り当て、さらに波長帯Dの波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ および波長帯Uの波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ をそれぞれ各ONUに割り当てる例を示す。

【0003】

OLT50の送信部(S)51は、波長帯D (波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$) の下り光信号と波長帯U (波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$) の上り用光キャリアを波長多重し、多重区間光ファイバ1を介して波長多重分離装置60へ送信する。波長多重分離装置60は、波長帯Dの下り光信号と波長帯Uの上り用光キャリアをそれぞれ各波長に分波し、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号および波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り用光キャリアの各ペアを、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU70-1~70-nへ送信する。

【0004】

ONU70-1は、伝送されてきた波長 λ_{d1} の下り光信号と波長 λ_{u1} の上り用光キャリアをWDMカプラ71で分波し、波長 λ_{d1} の下り光信号を光受信器(R)72で受信し、波長 λ_{u1} の上り用光キャリアを光変調器(M)73で変調し、上り光信号としてアクセス区間光ファイバ4を介して波長多重分離装置60へ送信する。他のONUについても同様である。各ONUから送信された波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号は波長多重分離装置60で波長多重され、上りの多重区間光ファイバ2を介してOLT50へ伝送され、受信部(R)52に受信される。

【0005】

ここで、下り光信号の波長帯D (波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$) と、上り光信号 (上り用光キャリア) の波長帯U (波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$) は、図10に示すように、波長軸上で重ならないように配置される。波長多重分離装置60として用いるアレイ導波路回折格子(AWG)61は、FSR (フリースペクトルレンジ) 間隔の下り信号波長 (例えば λ_{d1}) と上り信号波長 (例えば λ_{u1}) を同じポートに分波する機能を有する。各ONUでは、波長帯Dと波長帯Uからそれぞれ1波ずつ分波された下り光信号と上り用光キャリアがペアで入力されるので、図10に示すように波長帯Dと波長帯Uを分離する同一仕様のWDMカプラ71を用いることにより、下り光信号と上り用光キャリアを分離して互いに干渉を引き起こさないようにす

ることができる。

【0006】

なお、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り用光キャリアは、OLT50の送信部51から送信する際には波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ を含む広帯域光とし、波長多重分離装置60のAWG61で波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り用光キャリアにスペクトルスライスして各ONUに供給する方法も提案されている（特許文献2）。

【0007】

ところで、このような工夫は、ONU70-1~70-nの構成要素の共通化（少品種化）を目的としている。すなわち、まずOLT50から各波長の上り用光キャリアを各ONUに供給することにより、各ONUはそれぞれ割り当てられる波長の光源を個々に備える必要がなく、同一仕様の波長帯Uの光変調器73で対応することができる。さらに、AWG61の機能を利用して下り信号用の波長帯Dと上り信号用の波長帯Uからそれぞれ1波ずつ入力される各ONUでは、下り光信号と上り用光キャリアを分波するために、波長帯Dと波長帯Uを分離する同一仕様のWDMカップラ71で対応することができる。

【0008】

また、AWG61や多ポート波長フィルタを用いた波長多重分離装置60を介して、OLT50と複数のONU70-1~70-nが対向する構成において、図11に示すように、各ONUに波長帯Uで広いスペクトル幅を有する広帯域光を変調する光送信器（S）75を共通に配置し、この広帯域光を各ONUで変調して上り光信号として送信し、波長多重分離装置60でスペクトルスライスして波長多重し、OLT50に伝送する構成も提案されている（非特許文献1）。この構成は、実質的に各ONUからそれぞれ異なる波長の上り光信号を送信する構成と等価であるが、各ONUに同一仕様の光送信器を配置できることが特徴になっている。

【0009】

なお、光スペクトル幅の広い変調光を得るためには、スーパーluminescentダイオードまたは半導体光増幅器を電気信号で直接変調するか、半導体光増幅器またはエルビウム添加光ファイバ増幅器の出力光（広帯域無変調光）を外部変調

器で変調する方法が可能である。

【0010】

ところで、従来の光波長多重アクセスシステムにおいてOLTに收容するONUを増設する場合には、標準のONUに割り当てた波長と、増設するONUに割り当てる波長を異なる波長帯に設定し、一般的には図12に示すような構成が考えられている。これは、基本的には図10に示すOLT50の送信部51および受信部52、波長多重分離装置60のAWG61、ONU70-1~70-nを標準および増設用として並列に配置した構成である。

【0011】

ここでは、標準のONU70-1~70-nに、下り信号用として波長帯Daの波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ および上り信号用として波長帯Uaの波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ をそれぞれ割り当て、増設のONU70-n+1~70-n+mに、下り信号用として波長帯Dbの波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$ および上り信号用として波長帯Ubの波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$ をそれぞれ割り当てる。

【0012】

OLT50は、波長帯Da ($\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$) の下り光信号と波長帯Ua ($\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$) の上り用光キャリアを波長多重送信する標準の送信部 (Sa) 51aと、波長帯Db ($\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$) の下り光信号と波長帯Ub ($\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$) の上り用光キャリアを波長多重送信する増設の送信部 (Sb) 51bと、波長帯Ua ($\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$) の上り光信号を受信する標準の受信部 (Ra) 52aと、波長帯Ub ($\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$) の上り光信号を受信する増設の受信部 (Rb) 52bを備える。

【0013】

標準の送信部51aおよび増設の送信部51bから送信される標準と増設の下り光信号および上り用光キャリアはWDMカプラ53dで波長多重され、多重区間光ファイバ1を介して波長多重分離装置60へ送信される。波長多重分離装置60は、WDMカプラ62dで標準の波長帯Da, Uaと、増設の波長帯Db, Ubを分波し、それぞれのAWG61a, 61bで各波長の下り光信号と上り用光キャリアにそれぞれ分波する。AWG61aで分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下

り光信号および波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU70-1~70-nへ伝送され、AWG61bで分波された波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$ の下り光信号および波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$ の上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU70-n+1~70-n+mへ伝送される。

【0014】

標準のONU70-1~70-nのWDMカプラ71aは、波長帯Daと波長帯Uaを分波する共通の特性を有し、光変調器73aは波長帯Uaの光キャリアを変調する共通の特性を有する。一方、増設のONU70-n+1~70-n+mのWDMカプラ71bは、波長帯Dbと波長帯Ubを分波する共通の特性を有し、光変調器73bは波長帯Ubの光キャリアを変調する共通の特性を有する。各ONUから送信された上り光信号は、アクセス区間光ファイバ4を介して波長多重分離装置60のAWG61a, 61bに伝送され、それぞれ波長多重された標準および増設の上り光信号がさらにWDMカプラ62uで合波され、上りの多重区間光ファイバ2を介してOLT50へ伝送される。OLT50では、WDMカプラ53uで標準の波長帯Uaと増設の波長帯Ubに分波し、標準の受信部52aおよび増設の受信部52bでそれぞれ受信する。

【0015】

【特許文献1】

特開2000-196536号公報

【特許文献2】

特開2001-177505号公報

【非特許文献1】

Akimoto, K. et al., "Spectrum-sliced, 25-GHz spaced, 155 Mbps x 32 channel WDM access", The 4th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics, 2001(CLEO/Pacific Rim 2001), Vol.2, pp.II-556-557

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

図12に示す光波長多重アクセスシステムは、図10に示す従来の光波長多重

アクセスシステムを単純に拡張したものである。すなわち、図 1 3 に示すように、標準の下り信号用として波長帯 Da の波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ および上り信号用として波長帯 Ua の波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ を割り当て、増設の下り信号用として波長帯 Db の波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$ および上り信号用として波長帯 Ub の波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$ を割り当て、かつ Ua , Da , Ub , Db の順に波長軸上に割り当てている。

【0 0 1 7】

このような割り当てでは、OLT 5 0 の WDM カプラ 5 3 d , 5 3 u および波長多重分離装置 6 0 の WDM カプラ 6 2 d , 6 2 u の透過特性は、図 1 3 (2) に示すように、標準の波長帯 Ua , Da と増設の波長帯 Ub , Db を合分波すればよいので、すべて同一仕様のものを用いることができる。

【0 0 1 8】

しかし、標準の ONU 7 0 - 1 ~ 7 0 - n の WDM カプラ 7 1 a は波長帯 Ua と波長帯 Da を分波し、増設の ONU 7 0 - n + 1 ~ 7 0 - n + m の WDM カプラ 7 1 b は波長帯 Ub と波長帯 Db を分波するので、図 1 3 (3), (4) に示すように、それぞれ異なった透過特性のものが必要になる。また、同様に標準の光変調器 7 3 a と増設の光変調器 7 3 b の動作帯域についても、図 1 3 (5), (6) に示すように波長帯 Ua と波長帯 Ub で異なることになる。すなわち、標準の ONU と増設の ONU では、WDM カプラ 7 1 a , 7 1 b および光変調器 7 3 a , 7 3 b としてそれぞれ異なる仕様のものが必要になる。

【0 0 1 9】

なお、WDM カプラ 7 1 a , 7 1 b として、図 1 3 (7) に示すような波長帯 Da , Ub と波長帯 Ua , Db を分波する透過特性のものを用いれば共通化することが可能であるが、WDM カプラに対する光受信器と光変調器の接続ポートを標準と増設で入れ替える必要が生じ、必ずしも共通化とはいえないところがある。また、光変調器 7 3 a , 7 3 b として、動作帯域が波長帯 Da を挟んで波長帯 Ua から波長帯 Ub までである広帯域のものを用いれば共通化が可能である。しかし、現状では数 10 nm 程度が限界であるので、単一品種で対応するためには波長数 (ONU 数) が制限されることになる。また、図 1 1 に示すような各 ONU に広帯域光を変調する光送信器 7 5 を配置する構成でも、発光帯域が制限要因となる

。

【0020】

本発明は、標準のONUと増設のONUを共通の仕様とし、かつ光変調器の動作帯域あるいは光送信器の発光帯域を最小化することができる光波長多重アクセスシステム、およびそれに対応する光ネットワークユニットを提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明は、センタ装置(OLT)と複数 n 個の光ネットワークユニット(ONU)および複数 m 個のONUが波長多重分離装置を介して配置され、OLTと波長多重分離装置の多重区間が多重区間光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各ONUのアクセス区間がそれぞれアクセス区間光ファイバを介して接続され、OLTから各ONUへの下り光信号および各ONUからOLTへの上り光信号を、各ONUごとに割り当てた波長により多重区間を波長多重伝送し、波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムにおいて、 n 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_a (波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$)、 n 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_a (波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$)、 m 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_b (波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$)、 m 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_b (波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$)が互いに異なる帯域に設定され、かつ波長帯 U_a と波長帯 U_b が隣接し、波長帯 U_a と波長帯 D_a または波長帯 U_b と波長帯 D_b の少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、各ONUは、波長帯 $D_a \sim D_b$ の中で割り当てられた波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、波長帯 $U_a \sim U_b$ の中で割り当てられた波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+m}$ の上り光信号または波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備える(請求項1)。

【0022】

ここで、下り光信号の波長帯 D_a 、 D_b および上り光信号の波長帯 U_a 、 U_b は、波長軸上で、波長帯 D_a 、波長帯 U_a 、波長帯 U_b 、波長帯 D_b の順、または波長帯 D_b 、波長帯 U_b 、波長帯 U_a 、波長帯 D_a の順に設定する(請求項2)

）。あるいは波長帯 U_a 、波長帯 U_b 、波長帯 D_b 、波長帯 D_a の順、または波長帯 D_a 、波長帯 D_b 、波長帯 U_b 、波長帯 U_a の順に設定してもよい（請求項 3）。あるいは波長帯 U_b 、波長帯 U_a 、波長帯 D_a 、波長帯 D_b の順、または波長帯 D_b 、波長帯 D_a 、波長帯 U_a 、波長帯 U_b の順に設定してもよい（請求項 4）。

【0023】

また、アクセス区間は、各 ONU ごとに 2 本のアクセス区間光ファイバを介して接続された構成であり、OLT は、波長帯 $U_a \sim U_b$ （波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+m}$ ）の上り用光キャリアおよび波長帯 $D_a \sim D_b$ （波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn+m}$ ）の下り光信号を波長多重して多重区間光ファイバに送出する構成であり、波長多重分離装置は、多重区間光ファイバを介して入力される上り用光キャリアおよび下り光信号から、各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアおよび下り光信号を分波して各一方のアクセス区間光ファイバを介して各 ONU に出力し、各他方のアクセス区間光ファイバから入力する各 ONU に対応する波長の上り光信号を合波して多重区間光ファイバに出力する構成であり、ONU は、上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、一方のアクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアと下り光信号を分波する波長帯分波器と、上り光信号送信手段として、波長帯分波器で分波された各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアを変調して他方のアクセス区間光ファイバに送出する光変調器を備える（請求項 5）。

【0024】

また、アクセス区間は、各 ONU ごとに 1 本のアクセス区間光ファイバを介して接続された構成であり、ONU は、上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、アクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU に対応する波長の下り光信号を下り光信号受信手段に出力し、上り光信号送信手段から出力される各 ONU に対応する波長の上り光信号をアクセス区間光ファイバに出力する波長帯分波器を備える（請求項 6）。

【0025】

請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットは、

波長帯 Da ~ Db の中の各 ONU に対応する波長の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、波長帯 Ua ~ Ub の中の各 ONU に対応する波長の上り光信号または波長帯 Ua ~ Ub を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備える（請求項 7）。

【0026】

請求項 5 に記載の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットは、上り光信号の波長帯 Ua ~ Ub と下り光信号の波長帯 Da ~ Db で分波する特性を有し、一方のアクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアと下り光信号を分波する波長帯分波器と、波長帯分波器で分波された波長帯 Da ~ Db の中の各 ONU に対応する波長の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、波長帯分波器で分波された波長帯 Ua ~ Ub の中の各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアを変調して出力する光変調器からなる上り光信号送信手段とを備える（請求項 8）。

【0027】

請求項 6 に記載の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットは、上り光信号の波長帯 Ua ~ Ub と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、アクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU に対応する波長の下り光信号を下り光信号受信手段に出力し、上り光信号送信手段から出力される各 ONU に対応する波長の上り光信号をアクセス区間光ファイバに出力する波長帯分波器と、波長帯分波器で分波された波長帯 Da ~ Db の中の各 ONU に対応する波長の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、波長帯 Ua ~ Ub の中の各 ONU に対応する波長の上り光信号または波長帯 Ua ~ Ub を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備える（請求項 9）。

【0028】

【発明の実施の形態】

（第 1 の実施形態）

図 1 は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第 1 の実施形態を示す。図において、センタ装置（OLT）10 と波長多重分離装置 20 の多重区間は多重区間光ファイバ 1、2 を介して接続され、波長多重分離装置 20 と複数の光ネット

ワークユニット (ONU) $30-1 \sim 30-n$ 、 $30-n+1 \sim 30-n+m$ のアクセス区間は、それぞれアクセス区間光ファイバ 3, 4 を介して接続される。ここでは、ONU $30-1 \sim 30-n$ を標準とし、ONU $30-n+1 \sim 30-n+m$ を増設とする場合を想定する。

【0029】

本発明は、標準の ONU $30-1 \sim 30-n$ に、下り信号用として波長帯 Da の波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ および上り信号用として波長帯 Ua の波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ をそれぞれ割り当て、増設の ONU $30-n+1 \sim 30-n+m$ に、下り信号用として波長帯 Db の波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$ および上り信号用として波長帯 Ub の波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$ をそれぞれ割り当て、かつ波長帯 Ua と波長帯 Ub を隣接する帯域に設定することを特徴とする。本実施形態では、Da, Ua, Ub, Db の順に波長軸上に割り当てる例を示すが、その並びは逆でもよい。

【0030】

OLT 10 は、波長帯 Da ($\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$) の下り光信号と波長帯 Ua ($\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$) の上り用光キャリアを波長多重送信する標準の送信部 (Sa) 11a と、波長帯 Db ($\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$) の下り光信号と波長帯 Ub ($\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$) の上り用光キャリアを波長多重送信する増設の送信部 (Sb) 11b と、波長帯 Ua ($\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$) の上り光信号を受信する標準の受信部 (Ra) 12a と、波長帯 Ub ($\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$) の上り光信号を受信する増設の受信部 (Rb) 12b を備える。

【0031】

標準の送信部 11a および増設の送信部 11b から送信される標準と増設の下り光信号および上り用光キャリアは WDM カプラ 13d で波長多重され、多重区間光ファイバ 1 を介して波長多重分離装置 20 へ送信される。波長多重分離装置 20 は、WDM カプラ 22d で標準の波長帯 Da, Ua と、増設の波長帯 Db, Ub を分波し、それぞれの波長合分波器 21a, 21b で各波長の下り光信号と上り用光キャリアをそれぞれ分波する。波長合分波器 21a で分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号および波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ 3 を介してそれぞれ対応する ONU $30-1 \sim 30-n$ へ

伝送され、波長合分波器 21b で分波された波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$ の下り光信号および波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$ の上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ 3 を介してそれぞれ対応する ONU 30-n+1 ~ 30-n+m へ伝送される。

【0032】

ONU 30-1 ~ 30-n+m の WDM カプラ 31 は、下り信号の波長帯 Da, Db と上り信号の波長帯 Ua, Ub を分波する共通の透過特性（あるいは反射特性）を有し、光変調器 33 は隣接する波長帯 Ua ~ Ub の光キャリアを変調する共通の特性を有する。各 ONU では、WDM カプラ 31 で分波された波長帯 Da, Db の中の割り当てられた波長の下り光信号を光受信器 (R) 32 で受信し、波長帯 Ua, Ub の中の割り当てられた波長の上り用光キャリアを光変調器 (M) 33 で変調して上り光信号として送信する。各 ONU から送信された上り光信号は、アクセス区間光ファイバ 4 を介して波長多重分離装置 20 の波長合分波器 21a, 21b に伝送され、それぞれ波長多重された標準および増設の上り光信号がさらに WDM カプラ 22u で合波され、上りの多重区間光ファイバ 2 を介して OLT 10 へ伝送される。OLT 10 では、WDM カプラ 13u で標準の波長帯 Ua と、増設の波長帯 Ub に分波し、標準の受信部 12a および増設の受信部 12b でそれぞれ受信する。

【0033】

図 2 は、第 1 の実施形態における WDM カプラおよび光変調器の特性を示す。本実施形態では、Da, Ua, Ub, Db の順に波長軸上に割り当てることにより、OLT 10 の WDM カプラ 13d, 13u および波長多重分離装置 20 の WDM カプラ 22d, 22u の透過特性は、図 2 (2) に示すように、標準の波長帯 Ua, Da と増設の波長帯 Ub, Db を合分波すればよいので、すべて同一仕様のものを用いることができる。ここでは、WDM カプラ 13d, 13u の反射ポートに標準の送信部 11a および受信部 12a が接続され、透過ポートに増設の送信部 11b および受信部 12b が接続される。また、WDM カプラ 22d, 22u の反射ポートに標準の波長合分波器 21a が接続され、透過ポートに増設の波長合分波器 21b が接続される。

【0034】

さらに、標準のONU 30-1～30-nおよび増設のONU 30-n+1～30-n+mのWDMカプラ31の透過特性は、図2(3)に示すように、下り光信号の波長帯Da, Dbと上り用光キャリアの波長帯Ua, Ubを分波すればよい。すなわち、上り用光キャリア（上り光信号）の波長帯Ua, Ubを隣接する帯域に設定することにより、WDMカプラ31の透過ポートに波長帯Ua, Ubの上り用光キャリアを分波し、反射ポートに波長帯Da, Dbの下り光信号を分波する透過特性のもので対応できるので、標準および増設の各ONUのWDMカプラ31を共通化することができる。また、同様に標準および増設の各ONUの光変調器33についても、上り用光キャリアの波長帯Ua, Ubを隣接する帯域に設定したことにより、図2(4)に示すような連続する動作帯域を有する同一仕様のもので対応することができる。

【0035】

例えば、波長帯Da, Ua, Ub, Dbとして、1525～1545nm、1545～1565nm、1570～1590nm、1590～1610nmに設定した場合には、標準および増設の各ONUの光変調器33としては、動作帯域が1545～1590nmの45nm程度のもので用いればよく、WDMカプラ31を含めてONUの単一品種化を容易に図ることができる。

【0036】

また、標準の下り光信号および上り光信号（上り用光キャリア）の波長帯は1525～1565nmとなり、増設の下り光信号および上り光信号（上り用光キャリア）の波長帯は1570～1610nmとなるので、例えば波長多重分離装置20内でエルビウム添加光ファイバ増幅器あるいは利得シフト型エルビウム添加光ファイバ増幅器を用いてそれぞれ一括増幅することができる。

【0037】

（第2の実施形態）

図3は、第2の実施形態におけるWDMカプラおよび光変調器の特性を示す。本発明の光波長多重アクセスシステムの第2の実施形態の構成は、図1に示す第1の実施形態と同様である。本実施形態では、Ua, Ub, Db, Daの順に波

長軸上に割り当てる例を示すが、その並びは逆でもよい。

【0038】

OLT 10 の WDM カプラ 13 d, 13 u および波長多重分離装置 20 の WDM カプラ 22 d, 22 u の透過特性は、図 3 (2) に示すように、標準の波長帯 U_a , D_a と増設の波長帯 U_b , D_b を合分波すればよいので、すべて同一仕様のものを用いることができる。ここでは、WDM カプラ 13 d, 13 u の反射ポートに標準の送信部 11 a および受信部 12 a が接続され、透過ポートに増設の送信部 11 b および受信部 12 b が接続される。また、WDM カプラ 22 d, 22 u の反射ポートに標準の波長合分波器 21 a が接続され、透過ポートに増設の波長合分波器 21 b が接続される。

【0039】

さらに、標準の ONU 30-1 ~ 30-n および増設の ONU 30-n+1 ~ 30-n+m の WDM カプラ 31 の透過特性は、図 3 (3) に示すように、下り光信号の波長帯 D_a , D_b と上り用光キャリアの波長帯 U_a , U_b を分波すればよい。すなわち、上り用光キャリア（上り光信号）の波長帯 U_a , U_b を隣接する帯域に設定することにより、WDM カプラ 31 の透過ポートに波長帯 U_a , U_b の上り用光キャリアを分波し、反射ポートに波長帯 D_a , D_b の下り光信号を分波する透過特性のもので対応できるので、標準および増設の各 ONU の WDM カプラ 31 を共通化することができる。また、同様に標準および増設の各 ONU の光変調器 33 についても、上り用光キャリアの波長帯 U_a , U_b を隣接する帯域に設定したことにより、図 3 (4) に示すような連続する動作帯域を有する同一仕様のものに対応することができる。

【0040】

例えば、波長帯 U_a , U_b , D_b , D_a として、1525~1545 nm、1545~1565 nm、1570~1590 nm、1590~1610 nm に設定した場合には、標準および増設の各 ONU の光変調器 33 としては、動作帯域が 1525~1565 nm の 40 nm 程度のものを用いればよく、WDM カプラ 31 を含めて ONU の単一品種化を容易に図ることができる。

【0041】

(第 3 の実施形態)

図 4 は、第 3 の実施形態における WDM カプラおよび光変調器の特性を示す。本発明の光波長多重アクセスシステムの第 3 の実施形態の構成は、図 1 に示す第 1 の実施形態と同様である。本実施形態では、 U_b , U_a , D_a , D_b の順に波長軸上に割り当てる例を示すが、その並びは逆でもよい。

【0 0 4 2】

OLT 1 0 の WDM カプラ 1 3 d , 1 3 u および波長多重分離装置 2 0 の WDM カプラ 2 2 d , 2 2 u の透過特性は、図 4 (2) に示すように、標準の波長帯 U_a , D_a と増設の波長帯 U_b , D_b を合分波すればよいので、すべて同一仕様のものを用いることができる。ここでは、WDM カプラ 1 3 d , 1 3 u の反射ポートに標準の送信部 1 1 a および受信部 1 2 a が接続され、透過ポートに増設の送信部 1 1 b および受信部 1 2 b が接続される。また、WDM カプラ 2 2 d , 2 2 u の反射ポートに標準の波長合分波器 2 1 a が接続され、透過ポートに増設の波長合分波器 2 1 b が接続される。

【0 0 4 3】

さらに、標準の ONU 3 0 - 1 ~ 3 0 - n および増設の ONU 3 0 - n + 1 ~ 3 0 - n + m の WDM カプラ 3 1 の透過特性は、図 4 (3) に示すように、下り光信号の波長帯 D_a , D_b と上り用光キャリアの波長帯 U_a , U_b を分波すればよい。すなわち、上り用光キャリア（上り光信号）の波長帯 U_a , U_b を隣接する帯域に設定することにより、WDM カプラ 3 1 の透過ポートに波長帯 U_a , U_b の上り用光キャリアを分波し、反射ポートに波長帯 D_a , D_b の下り光信号を分波する透過特性のもので対応できるので、標準および増設の各 ONU の WDM カプラ 3 1 を共通化することができる。また、同様に標準および増設の各 ONU の光変調器 3 3 についても、上り用光キャリアの波長帯 U_a , U_b を隣接する帯域に設定したことにより、図 4 (4) に示すような連続する動作帯域を有する同一仕様のものに対応することができる。

【0 0 4 4】

例えば、波長帯 U_b , U_a , D_a , D_b として、1525~1545 nm、1545~1565 nm、1570~1590 nm、1590~1610 nm に設定した場合には、標準および増設の

各ONUの光変調器33としては、動作帯域が1525～1565nmの40nm程度のものを用いればよく、WDMカプラ31を含めてONUの単一品種化を容易に図ることができる。

【0045】

(波長合分波器21a, 21bの構成例)

図1に示す波長多重分離装置20の波長合分波器21aは、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号と波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り用光キャリアをそれぞれペアで同一ポートに分波するAWGを想定しており、各ペアの波長間隔は図2(1)に示すようにFSR(あるいはその整数倍)に設定される。ただし、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り光信号の合波については、必ずしもAWGとしての機能は必要なく、図5に示すように下り光信号と上り用光キャリアの分波にAWG23を用い、上り光信号の合波に合波器24を用いる構成としてもよい。

【0046】

また、図6に示すように、図5のAWG23に代えて、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号を分波する分波器25-1と、波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$ の上り用光キャリアを分波する分波器25-2を用い、WDMカプラ26で波長帯Daの下り光信号と波長帯Uaの上り用光キャリアを分波して各分波器25-1, 25-2に入力し、ペアとなる下り光信号と上り用光キャリアをWDMカプラ26-1～26-nでそれぞれ合波する構成としてもよい。この構成では、各ONUに対応してペアとなる下り光信号と上り用光キャリアの波長間隔は、AWGのFSRである必要はなく、任意に設定することができる。

【0047】

以上示した波長合分波器21aの構成は、波長合分波器21bについても同様である。なお、波長合分波器としてAWGを用いる構成において、第2の実施形態では図3(1)に示すように、標準の各ONUに対応する下り光信号と上り用光キャリアの波長間隔が大きく異なり、第3の実施形態では図4(1)に示すように、増設の各ONUに対応する下り光信号と上り用光キャリアの波長間隔が大きく異なるので、波長合分波器21a, 21bとしてそれに応じたAWGを構成する必要がある。

【0048】

(第4の実施形態、第5の実施形態)

第1の実施形態では、OLT10から各ONUに供給する上り用光キャリアを波長多重して送信し、波長多重分離装置20で各波長の上り用光キャリアを分波してそれぞれ対応するONUに供給し、各ONUで上り用光キャリアを変調して上り光信号として送信する構成であった。以下に示す第4の実施形態および第5の実施形態は、各ONUに上り光信号を送信する光送信器を有する構成であるが、第1の実施形態～第3の実施形態に示したような波長割り当てを行うことにより、その光送信器の動作帯域を共通化し、ひいては標準および増設のONUの共通化を可能にする。

【0049】

図7は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第4の実施形態を示す。本実施形態のOLT10は、波長帯Da ($\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$) の下り光信号を波長多重送信する標準の送信部(Sa) 14aと、波長帯Db ($\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$) の下り光信号を波長多重送信する増設の送信部(Sb) 14bと、波長帯Ua ($\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$) の上り光信号を受信する標準の受信部(Ra) 12aと、波長帯Ub ($\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$) の上り光信号を受信する増設の受信部(Rb) 12bを備える。

【0050】

標準の送信部14aおよび増設の送信部14bから送信される標準と増設の下り光信号はWDMカプラ13dで波長多重され、多重区間光ファイバ1を介して波長多重分離装置20へ送信される。波長多重分離装置20は、WDMカプラ22dで標準の波長帯Daと増設の波長帯Dbを分波し、それぞれの波長合分波器21a, 21bで各波長の下り光信号をそれぞれ分波する。波長合分波器21aで分波された波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の下り光信号は、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU30-1～30-nへ伝送され、波長合分波器21bで分波された波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$ の下り光信号は、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU30-n+1～30-n+mへ伝送される。

【0051】

ONU30-1～30-n+mでは、波長合分波器21a, 21bで分波され

た波長帯Da, Db の中の割り当てられた波長の下り光信号を光受信器(R) 32で受信し、光送信器(S) 35から波長帯Ua, Ub の中の割り当てられた波長の上り光信号を送信する。各ONUから送信された上り光信号は、アクセス区間光ファイバ4を介して波長多重分離装置20の波長合分波器21a, 21bに伝送され、それぞれ波長多重された標準および増設の上り光信号がさらにWDMカプラ22uで合波され、上りの多重区間光ファイバ2を介してOLT10へ伝送される。OLT10では、WDMカプラ13uで標準の波長帯Ua と増設の波長帯Ub に分波し、標準の受信部12aおよび増設の受信部12bでそれぞれ受信する。

【0052】

本実施形態では、OLT10のWDMカプラ13dおよび波長多重分離装置20のWDMカプラ22dは、標準の波長帯Da と増設の波長帯Db を合分波するものであり、OLT10のWDMカプラ13uおよび波長多重分離装置20のWDMカプラ22uは、標準の波長帯Ua と増設の波長帯Ub を合分波するものであり、いずれも図2(2)、図3(2)、図4(2)に示す透過特性のもので対応することができる。波長多重分離装置20の波長合分波器21aは、標準の波長帯Da の下り光信号を分波し、標準の波長帯Ua の上り光信号を合波する機能を1つの素子(AWG)で行っているが、それぞれ分波器および合波器で個別に対応するようにしてもよい。波長合分波器21bについても同様である。

【0053】

さらに、本実施形態の各ONUの光送信器35は、標準の波長帯Ua および増設の波長帯Ub を隣接する帯域に設定したことにより、図2(4)、図3(4)、図4(4)に示す連続する動作帯域を有する同一仕様のもので対応することができる。例えば、波長帯Da, Ua, Ub, Db として、1525~1545nm、1545~1565nm、1570~1590nm、1590~1610nmに設定した場合には、光送信器35として動作帯域が1545~1590nmの波長可変光源を用いることにより、各ONUはそれぞれ設定された波長の上り光信号を送信することができる。また、光送信器35として、波長帯Ua ~Ub を含む広帯域光を変調して送信する構成とし、波長合分波器21a, 21bでスペクトルスライスする構成としてもよい。

【0054】

図8は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第5の実施形態を示す。本実施形態の特徴は、第4の実施形態の構成において、OLT10と波長多重分離装置20の多重区間を1本の多重区間光ファイバ1を介して接続し、波長多重分離装置20と各ONUのアクセス区間をそれぞれ1本のアクセス区間光ファイバ3を介して接続するところにある。

【0055】

本実施形態では、OLT10のWDMカプラ13および波長多重分離装置20のWDMカプラ22は、標準の波長帯Da, Uaと増設の波長帯Db, Ubを合分波するものであり、いずれも図2(2)、図3(2)、図4(2)に示す透過特性のもので対応することができる。また、各ONUには、下り光信号の波長帯Da, Dbと上り光信号の波長帯Ua, Ubを分波するWDMカプラ31を備え、その透過特性は図2(3)、図3(3)、図4(3)に示すもので対応することができる。また、OLT10にも同様に、WDMカプラ13で合分波される標準の下り光信号の波長帯Daと上り光信号の波長帯Uaを分波するWDMカプラ15aと、増設の下り光信号の波長帯Dbと上り光信号の波長帯Ubを分波するWDMカプラ15bを備え、その透過特性は図2(3)、図3(3)、図4(3)に示すもので対応することができる。なお、OLT10において、WDMカプラ13と、WDMカプラ15a, 15bの機能を入れ替えることも可能である。

【0056】

(他の実施形態)

以上説明した実施形態では、標準のn個のONUに対してm個のONUを増設する場合を想定して説明したが、当初のn+m個のONUをn個のONUとm個のONUに分割し、一方を標準用とし他方を増設用として確保する場合においても同様である。すなわち、図10に示す上り光信号の波長帯Uと下り光信号の波長帯Dをそれぞれ2分割する場合に、標準と増設の波長帯の並び方に本発明の特徴がある。

【0057】

図9は、本発明による標準と増設の波長割り当ての特徴を示す。図において、

「a」を標準、「b」を増設としたときに、図9(1)に示すように、波長帯Uと波長帯Dを単純に波長軸上で分割してUa, Ub, Da, Dbの順（あるいはその逆順）に並べる方法に対して、図9(2), (3), (4)に示すように、UaとUbが隣接し、かつUaとDaまたはUbとDbの少なくとも一方が隣接する（図中下線で示す）ように設定することにより、上述した実施形態に示したようなONUの同一仕様化が可能になる。なお、図9(1)は図13（従来例）に対応し、図9(2), (3), (4)は、それぞれ図2（第1の実施形態）、図3（第2の実施形態）、図4（第3の実施形態）に対応する。

【0058】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、標準のONUに割り当てる上り光信号の波長帯Uaと、増設のONUに割り当てる上り光信号の波長帯Ubを隣接する帯域に設定することにより、標準および増設のONUで上り光信号を送信する上り光信号送信手段（光変調器、波長可変光源を用いた光送信器、広帯域光源を用いた光送信器）の動作帯域あるいは発光帯域を最小化し、同一の仕様のもので対応することができる。

【0059】

また、OLTから上り用光キャリアを各ONUに供給する構成では、各ONUで上り用光キャリアと下り光信号を分波する波長帯分波器を同一の仕様のもので対応することができる。これにより、OLTに収容するONUを容易に増設することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第1の実施形態を示す図。

【図2】

第1の実施形態におけるWDMカプラおよび光変調器の特性を示す図。

【図3】

第2の実施形態におけるWDMカプラおよび光変調器の特性を示す図。

【図4】

第3の実施形態におけるWDMカプラおよび光変調器の特性を示す図。

【図5】

第1の実施形態における波長合分波器21aの他の構成例を示す図。

【図6】

第1の実施形態における波長合分波器21aの他の構成例を示す図。

【図7】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第4の実施形態を示す図。

【図8】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第5の実施形態を示す図。

【図9】

本発明による標準と増設の波長帯割り当ての特徴を示す図。

【図10】

従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図。

【図11】

従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図。

【図12】

従来の光波長多重アクセスシステムの増設例を示す図。

【図13】

増設構成におけるWDMカプラおよび光変調器の特性を示す図。

【符号の説明】

10 センタ装置 (OLT)

11a, 11b, 14a, 14b 送信部 (Sa, Sb)

12a, 12b 受信部 (Ra, Rb)

13, 13d, 13u, 15 WDMカプラ

20 波長多重分離装置

21a, 21b, 23 AWG

22, 22d, 22u, 26 WDMカプラ

24 合波器

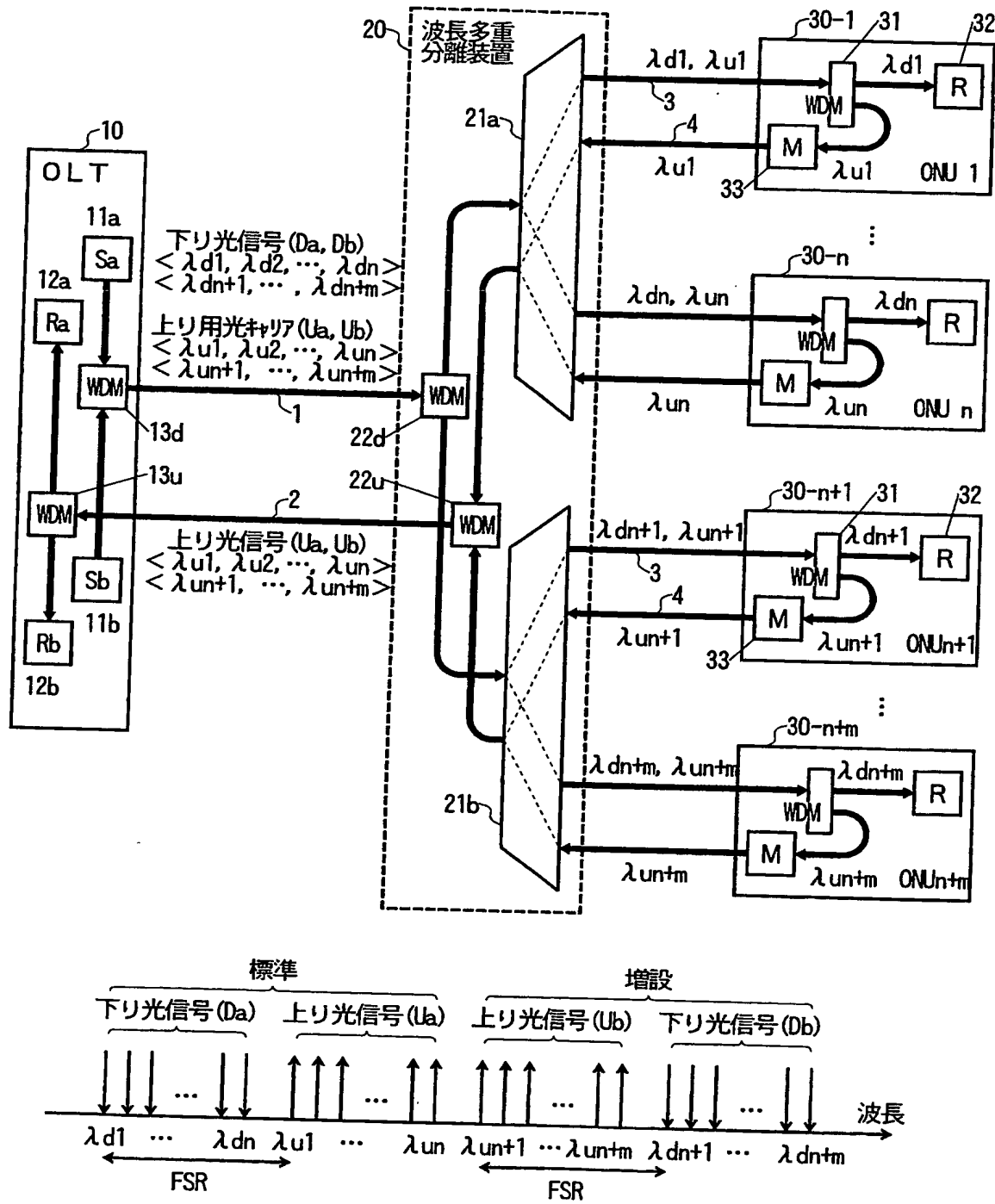
25 分波器

- 3 0 光ネットワークユニット (ONU)
- 3 1 WDMカプラ
- 3 2 光受信器 (R)
- 3 3 光変調器 (M)
- 3 5 光送信器 (S)

【書類名】 図面

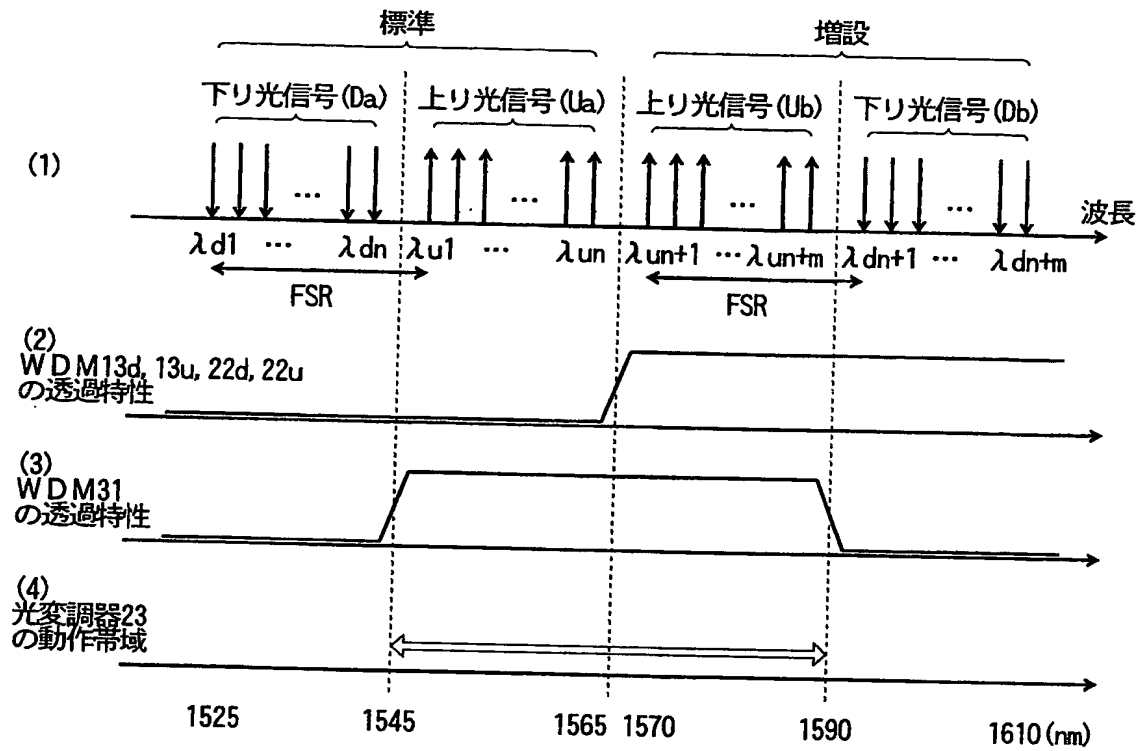
【図 1】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 1 の実施形態



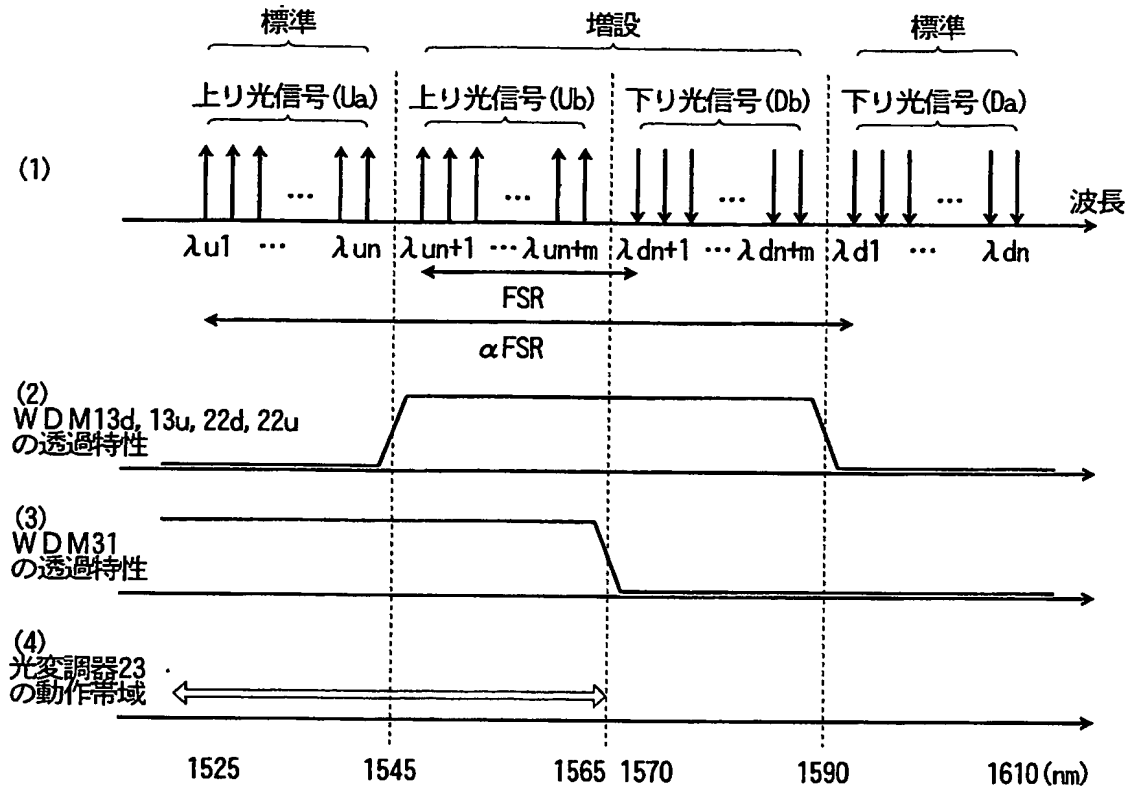
【図 2】

第1の実施形態におけるWDMカプラおよび光変調器の特性



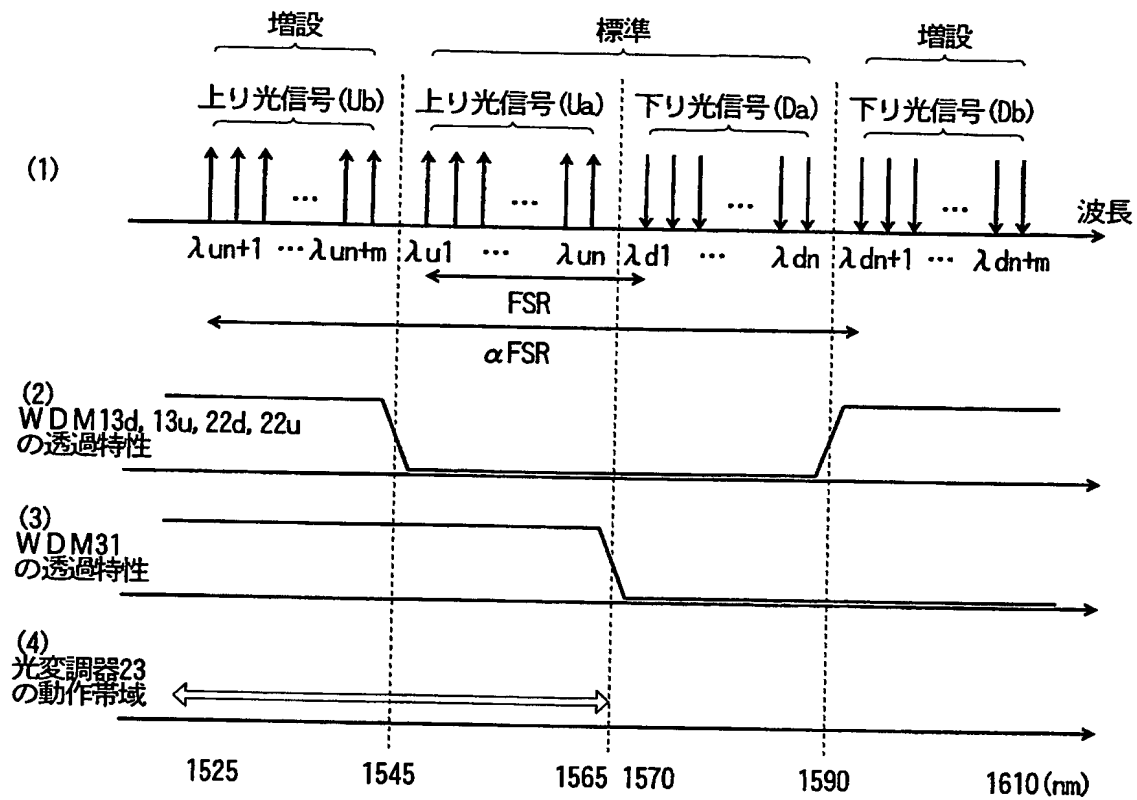
【図 3】

第 2 の実施形態における WDM カプラおよび光変調器の特性



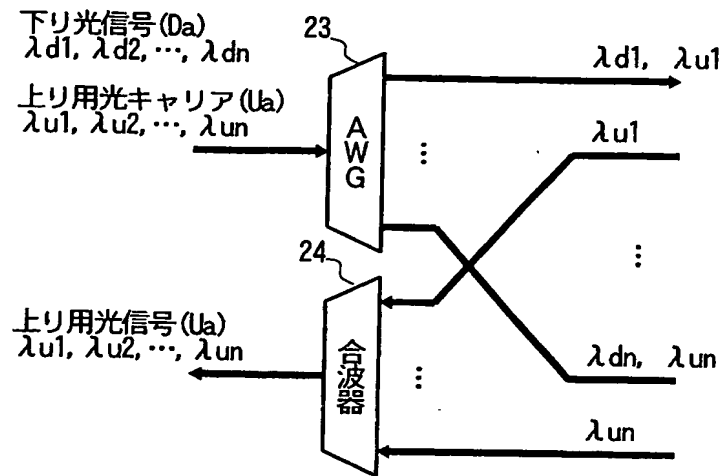
【図 4】

第 3 の実施形態における WDM カプラおよび光変調器の特性



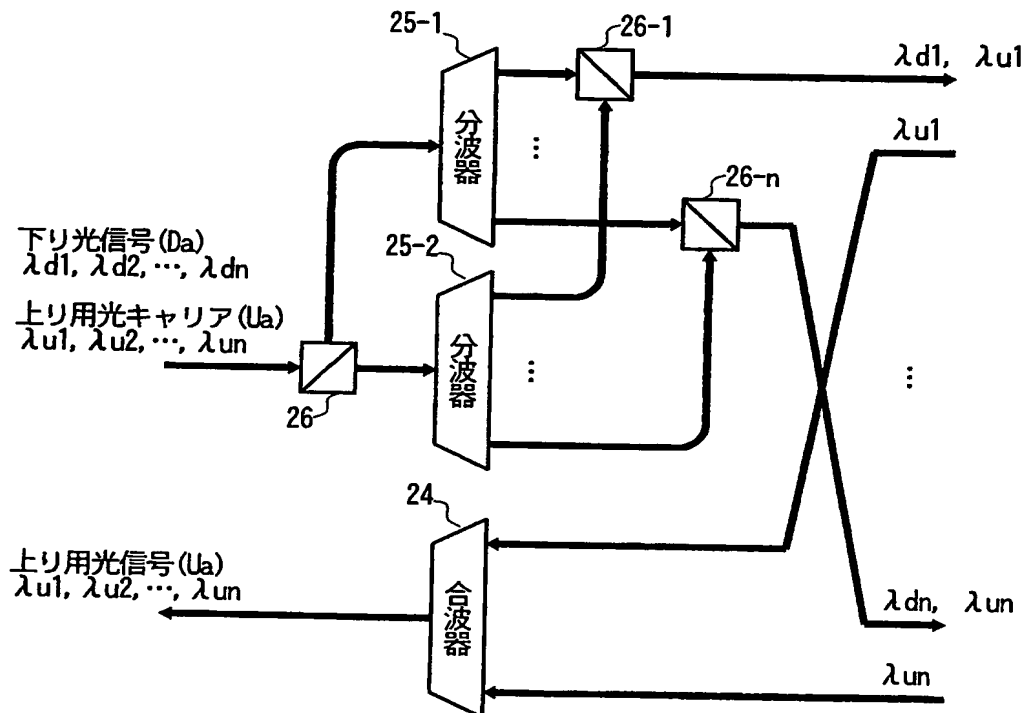
【図 5】

第 1 の実施形態における波長合分波器 21 a の他の構成例



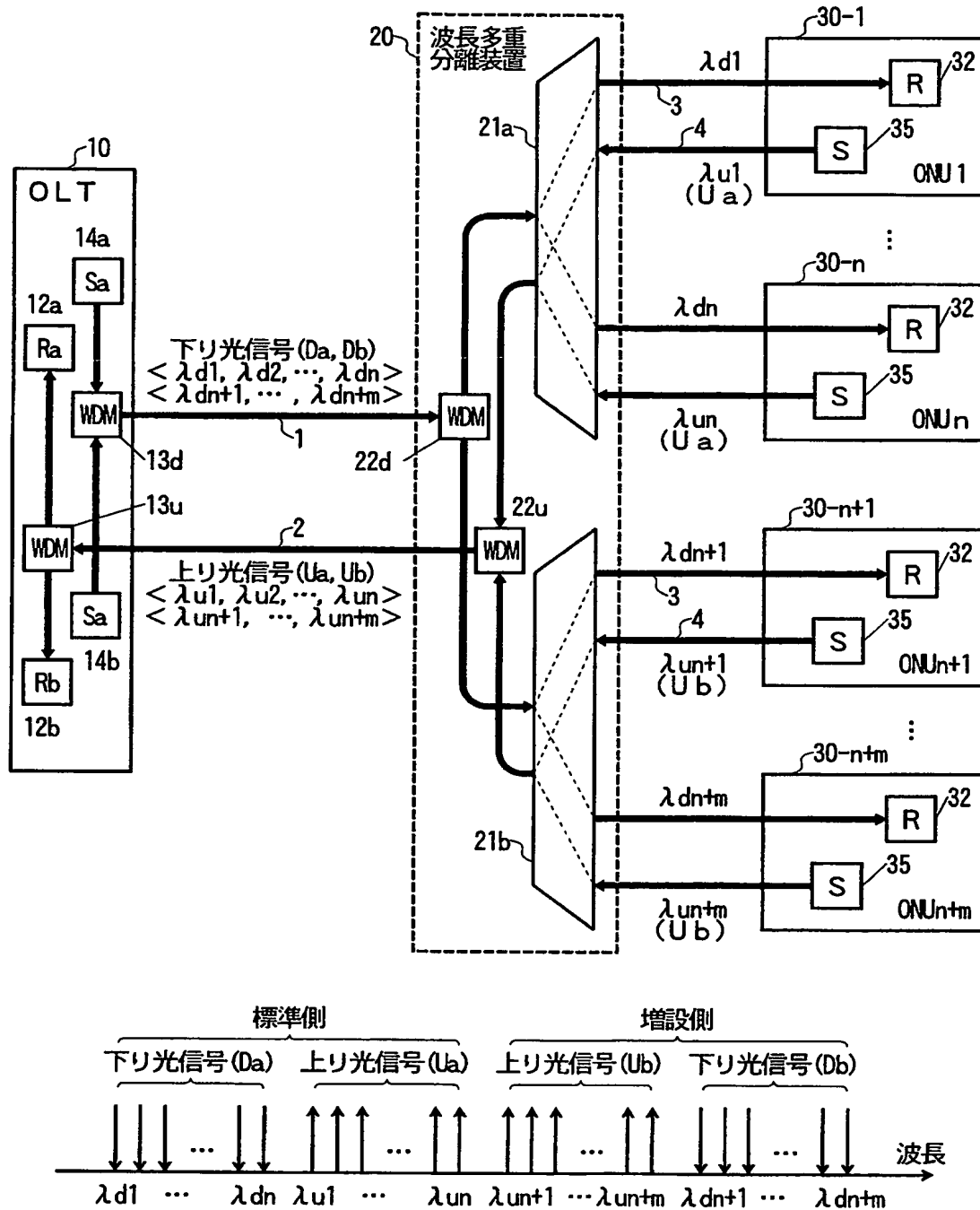
【図 6】

第 1 の実施形態における波長合分波器 21 a の他の構成例



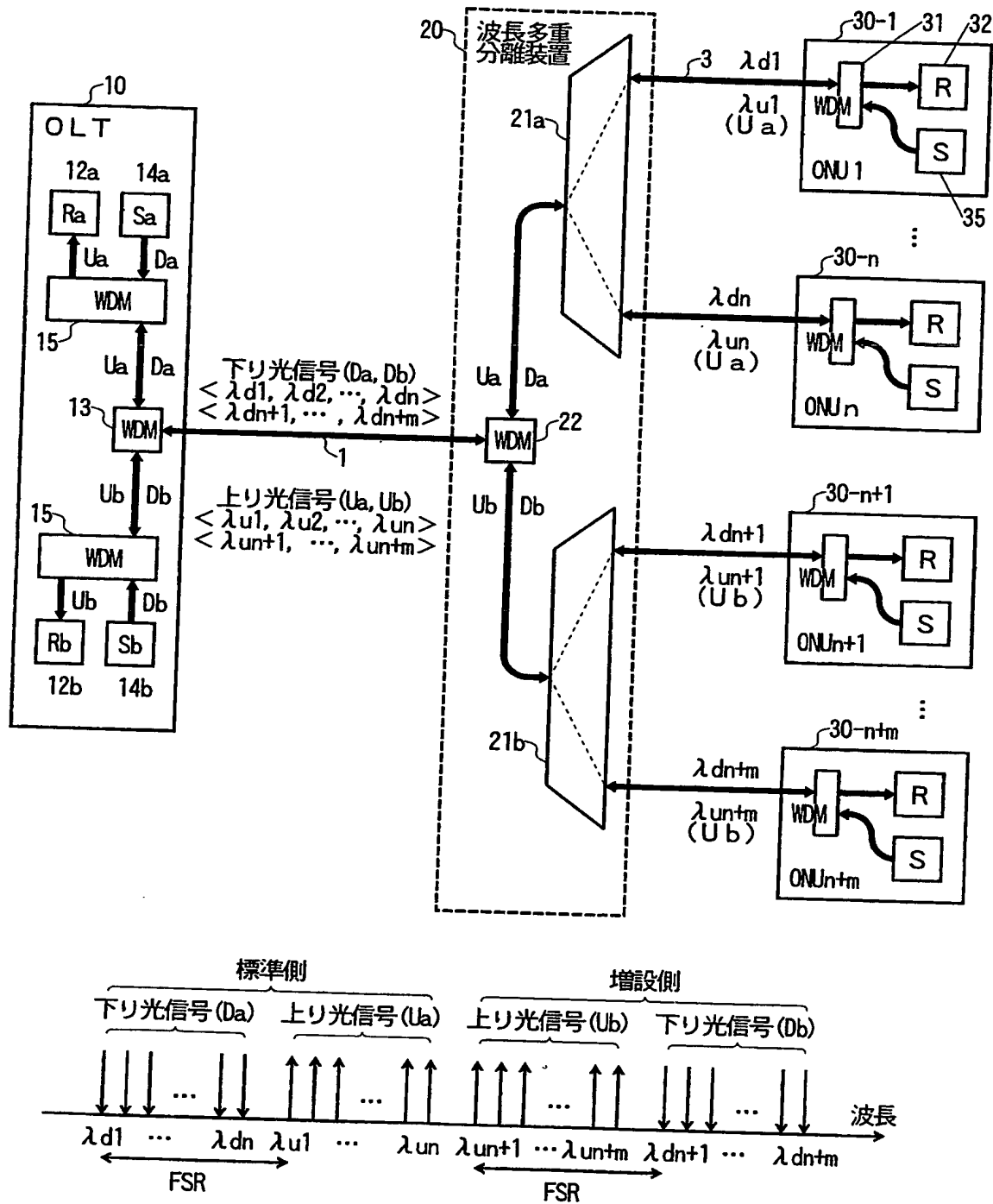
【図 7】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 5 の実施形態



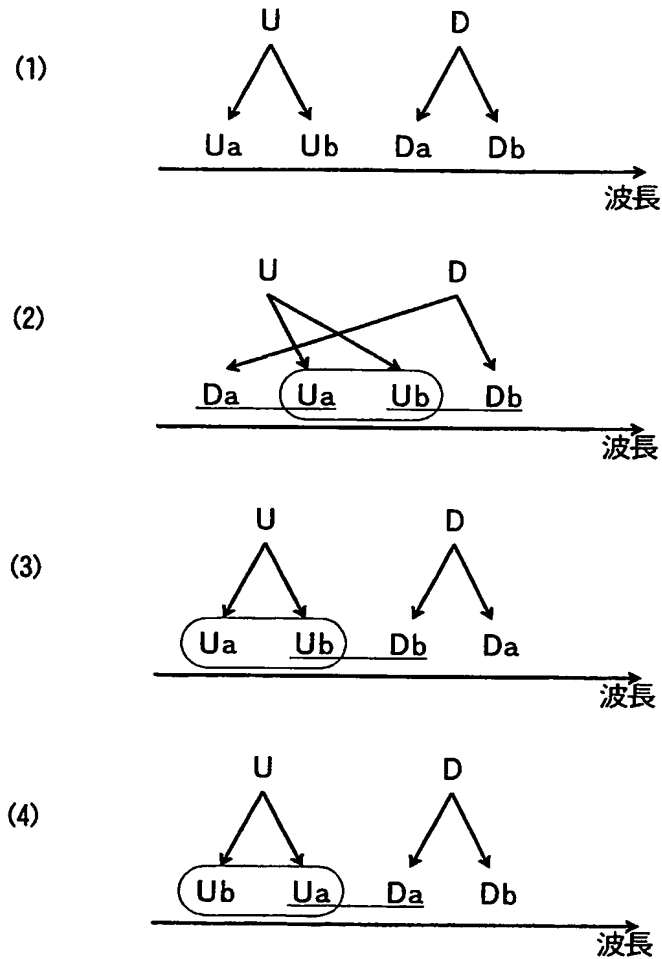
【図 8】

本発明の光波長多重アクセスシステムの第 6 の実施形態



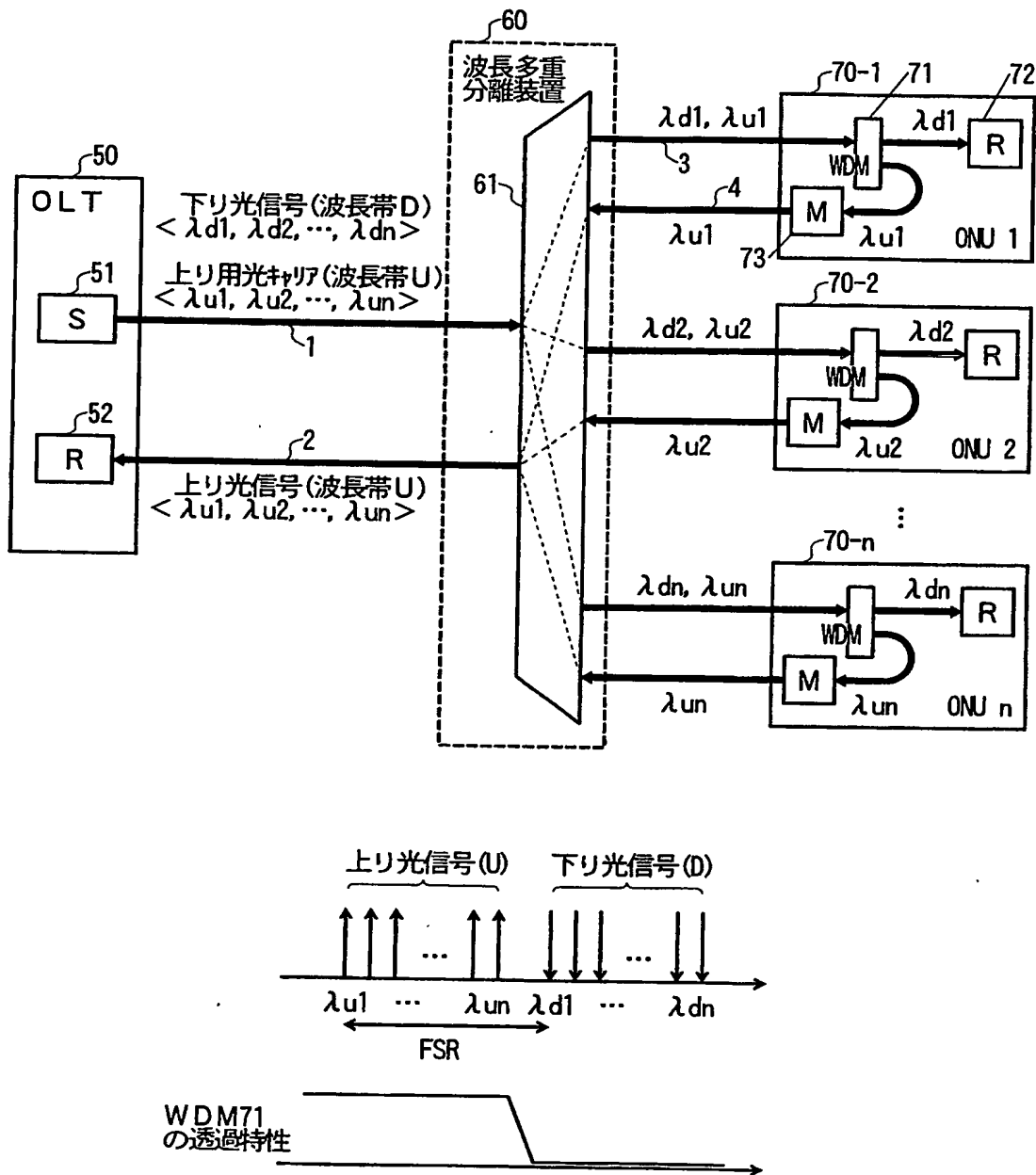
【図 9】

本発明による標準と増設の波長帯割り当ての特徴を示す図



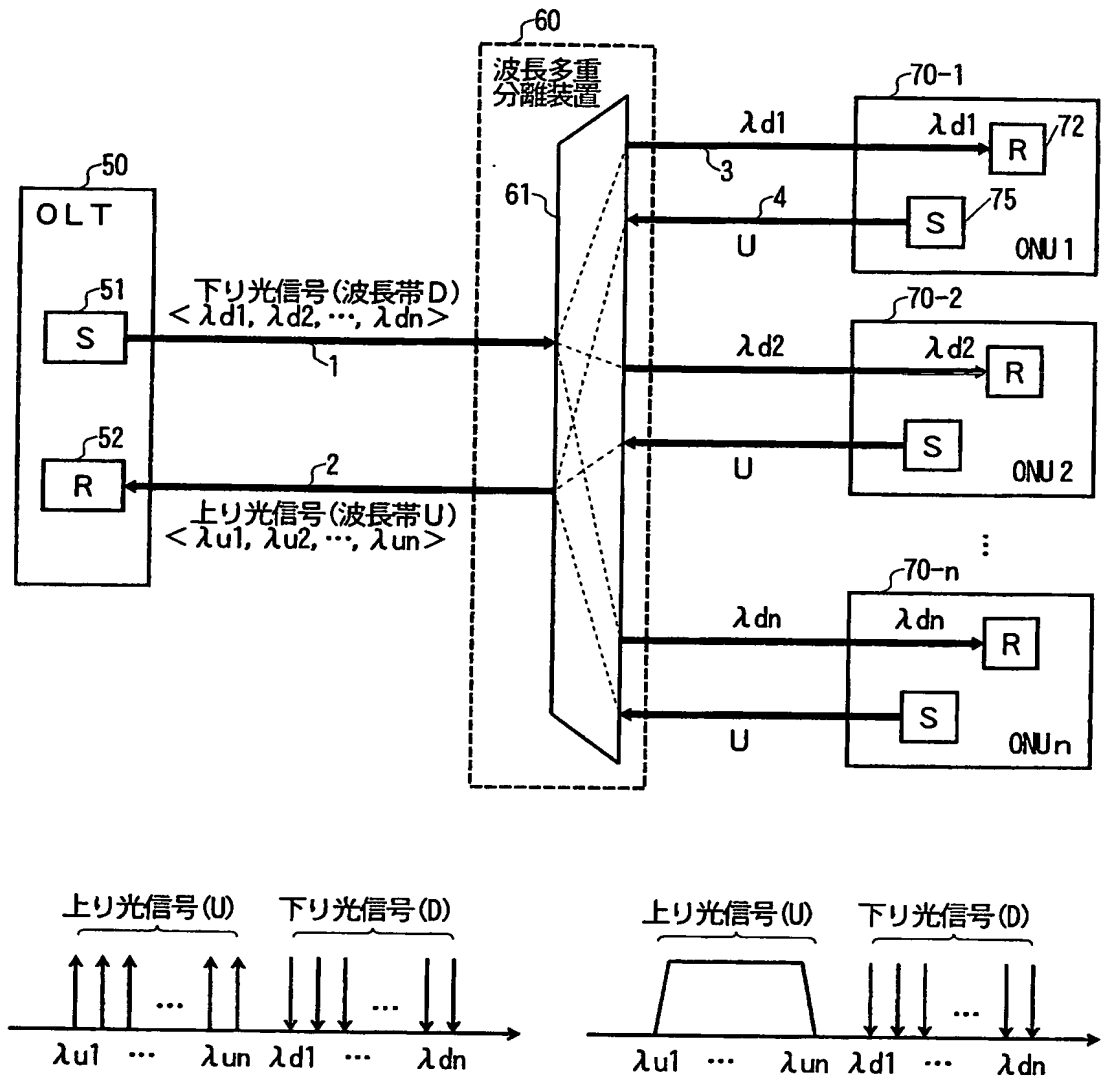
【図10】

従来の光波長多重アクセスシステムの構成例



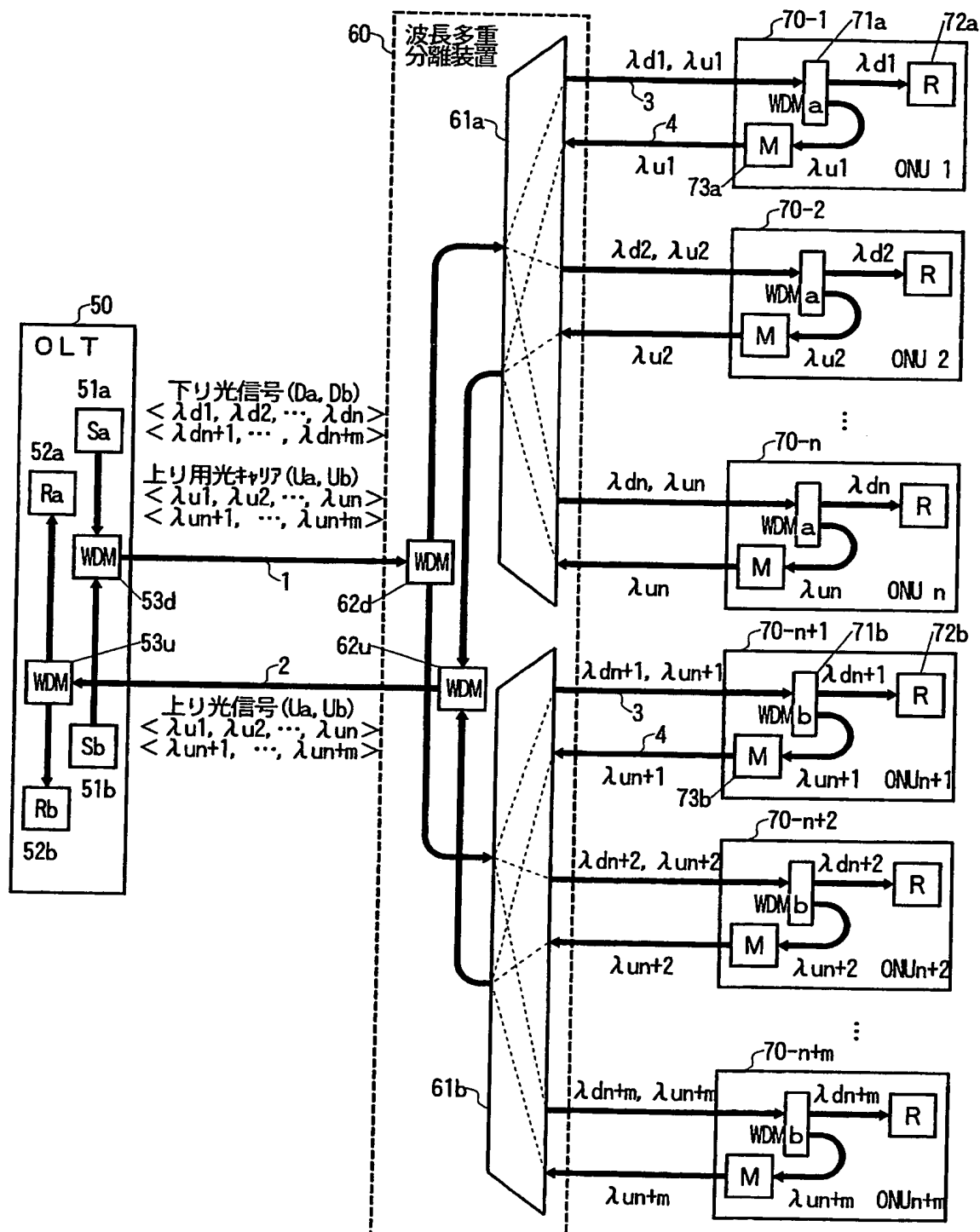
【図 11】

従来の光波長多重アクセスシステムの構成例



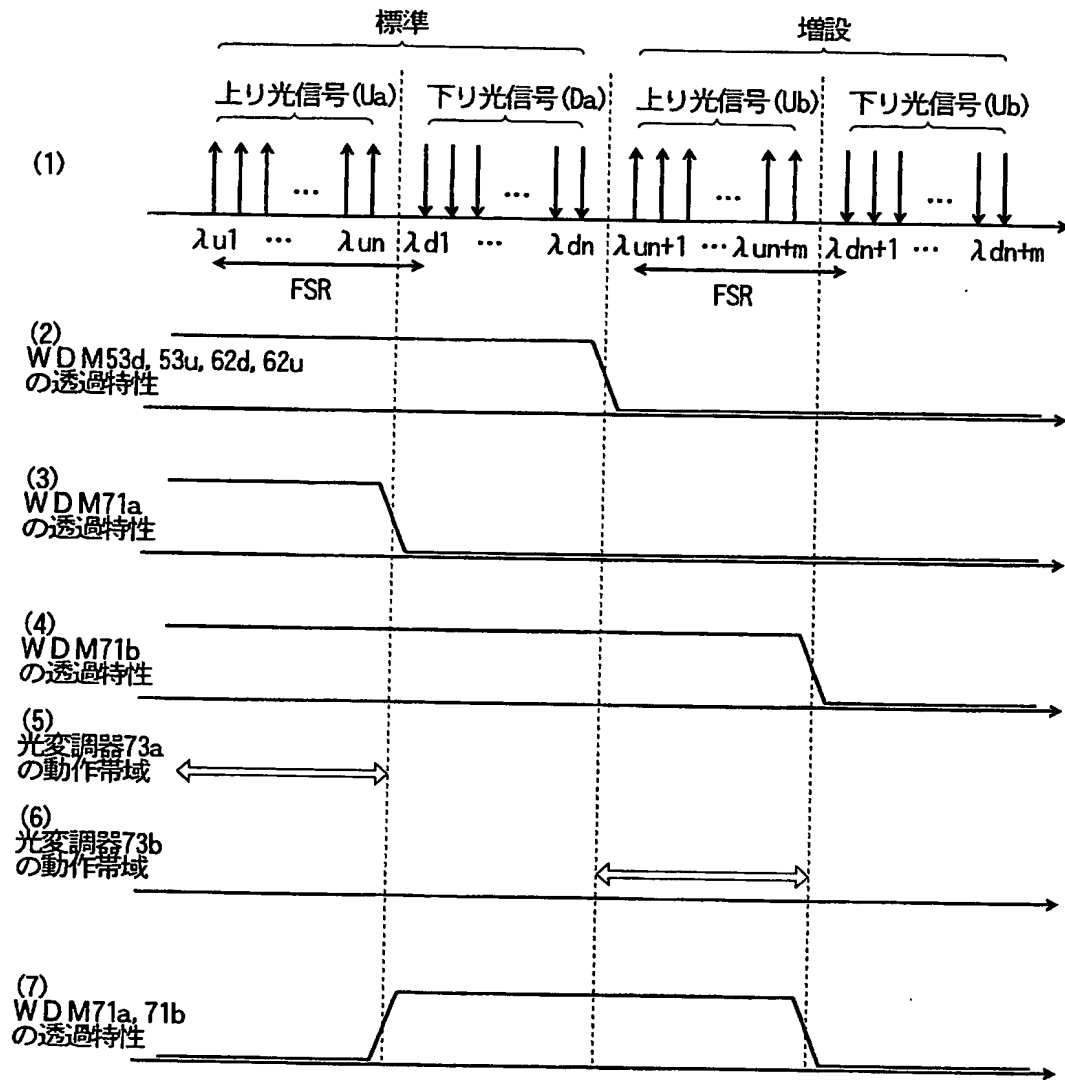
【図 12】

従来の光波長多重アクセスシステムの増設例



【図 13】

増設構成におけるWDMカプラおよび光変調器の特性



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 標準のONUと増設のONUを共通の仕様とし、かつ光変調器の動作帯域あるいは光送信器の発光帯域を最小化する。

【解決手段】 n 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_a (波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$)、 n 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_a (波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un}$)、 m 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_b (波長 $\lambda_{dn+1} \sim \lambda_{dn+m}$)、 m 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_b (波長 $\lambda_{un+1} \sim \lambda_{un+m}$) が互いに異なる帯域に設定され、かつ U_a と U_b が隣接し、 U_a と D_a または U_b と D_b の少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、各ONUは、波長帯 $D_a \sim D_b$ の中で割り当てられた波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、波長帯 $U_a \sim U_b$ の中で割り当てられた波長 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{un+m}$ の上り光信号または波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備える。

【選択図】 図2



特願 2 0 0 3 - 1 7 3 8 9 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.